УДК 629.7.05

Д. П. Сінько, А. І. Чабанюк, Р. В. Василенко

АНАЛІЗ НАЯВНОЇ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО СВІТЛОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІТАКА ТА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ

Анотація. *Проведено аналіз технічного стану та експлуатаційних характеристик системи зовнішнього світлотехнічного обладнання багатоцільового літака, зокрема систем керування посадковими та руліжними фарами й аеронавігаційними вогнями. Розглянуто вплив експлуатаційних і бойових факторів на працездатність світлотехнічного обладнання, а також проблеми, пов'язані з передчасним виходом ламп із ладу та відсутністю їх вітчизняного виробництва. Обґрунтовано необхідність підвищення надійності функціонування світлотехнічних кіл і вдосконалення процесів відновлення їх працездатності в умовах інтенсивної експлуатації авіаційної техніки.*

Ключові слова: *повітряне судно, зовнішнє світлотехнічне обладнання, посадочні фари, аеронавігаційні вогні, перегорання ламп, технічний стан.*

Annotation. *An analysis was conducted of the technical condition and operational characteristics of the external lighting system of a multi-purpose aircraft, specifically the control systems for landing and taxi lights and air navigation lights. The impact of operational and combat factors on the performance of lighting equipment was examined, as well as issues related to premature lamp failure and the lack of domestic production of these lamps. The paper justifies the need to improve the operational reliability of lighting circuits and to refine the processes for restoring their operational capability under conditions of intensive aircraft operation.*

Keywords: *aircraft, external lighting equipment, landing lights, navigation lights, lamp burnout, technical condition.*

Надійність експлуатації багатоцільового літака МиГ-29 значною мірою залежить від працездатності системи зовнішнього світлотехнічного обладнання (ЗСТО). Основними функціями цієї системи є освітлення поверхні аеродрому під час руління, зльоту та посадки, а також забезпечення візуального позначення повітряного судна за допомогою аеронавігаційних вогнів.

Під час експлуатації елементи ЗСТО зазнають впливу механічних вібрацій, температурних перепадів, вологості та інших зовнішніх чинників. Додаткові ризики виникають в умовах бойового застосування авіаційної техніки, коли можливі механічні пошкодження світлових приладів, електричних з'єднань і проводки. Сукупний вплив зазначених чинників може призводити до погіршення електричних контактів, порушення ізоляції, зниження світлотехнічних характеристик та відмов окремих елементів системи.

За функціональним призначенням у складі системи зовнішнього світлотехнічного обладнання розглядають підсистему освітлення під час руління, зльоту та посадки й підсистему зовнішнього сигнального освітлення.

До складу освітлювального обладнання літака, відповідно до вихідних технічних даних, входять дві посадково-руліжні фари ФП-8 із двонитковими лампами-фарами ЛФСМ27-1000 та руліжна фара ФР-9 із лампою-фарою ЛФСМ-450-1.

Зазначені світлові прилади призначені для освітлення ділянки поверхні перед літаком під час виконання відповідних наземних операцій. Конструкція двониткових ламп передбачає використання різних режимів світіння залежно від призначення фари та вибраного режиму роботи.

У вихідних технічних матеріалах для ламп ЛФСМ27-1000 наведено потужність 1060 Вт для посадкового режиму та 200 Вт для режиму руління, а також максимальну силу світла 750 000 кд. Для лампи-фари ЛФСМ-450-1 зазначено відповідно 230 Вт, 150 Вт і 200 000 кд. Наведені значення підлягають перевірці за паспортними даними виробів, оскільки їх достовірність без первинної технічної документації не може вважатися підтвердженою.

Керування режимами роботи фар здійснюється за допомогою перемикачів і комутаційних елементів електричної системи. Для захисту електричних кіл застосовуються відповідні апарати захисту, а релейні елементи забезпечують комутацію та реалізацію передбачених схемою блокувань.

Згідно з наданим описом електричної схеми, до складу кола керування входять апарати захисту АЗК1-5 «Фари», АЗК1-20 «ФР-9», АЗК1-50 «ФП-8 права/ліва», перемикач П2Т-13 та реле блокування ТКЕ24П1ГА. Позначення, номінали та функціональне призначення цих елементів необхідно уточнювати за електричною схемою конкретної модифікації літака.

Наявність блокування ввімкнення окремих фар залежно від положення шасі може бути передбачена для запобігання роботі світлових приладів у режимах, не передбачених експлуатаційною документацією. Водночас конкретну логіку такого блокування, зокрема його зв’язок із положенням стійок шасі, слід установлювати виключно за принциповою електричною схемою.

Зовнішнє сигнальне освітлення призначене для забезпечення візуального позначення літака та розпізнавання його просторової орієнтації іншими учасниками повітряного руху.

Згідно з вихідними матеріалами, до складу цієї підсистеми входять бортові аеронавігаційні вогні БАНО-7 або БАНО-ЕМ, хвостовий вогонь ХС-2А, блок керування БУАНО-7 і перемикач режимів ПЧПНГ-15К. Бортові аеронавігаційні вогні з червоним і зеленим світлофільтрами розміщуються відповідно на лівій і правій частинах літака згідно з прийнятою схемою їх установлення. Фактичну комплектацію та розміщення світлових приладів необхідно перевірити за документацією конкретного борту.

Електричне живлення аеронавігаційних вогнів і керування режимами їх роботи реалізуються відповідно до бортової електричної схеми. У вихідних матеріалах зазначено живлення від шини постійного струму через апарат захисту АЗК1-10 «АНО», а також наявність режимів зміни інтенсивності світіння. Напругу живлення, параметри захисту, алгоритми керування та умови автоматичного перемикання режимів необхідно підтвердити за експлуатаційною документацією.

Технічний стан системи зовнішнього світлотехнічного обладнання визначається справністю світлових приладів, електричних кіл живлення, комутаційних апаратів, контактних з’єднань, ізоляції проводів та елементів керування. Порушення працездатності будь-якої з цих складових може спричинити часткову або повну втрату відповідної функції освітлення чи сигнального позначення літака.

До основних експлуатаційних чинників, які можуть впливати на надійність ЗСТО, належать:

– механічні вібрації та ударні навантаження;

– температурні цикли й локальне нагрівання елементів;

– погіршення стану контактних з’єднань унаслідок окиснення, послаблення кріплення або зношування;

– пошкодження ізоляції та механічні ушкодження проводки;

– нестабільність параметрів електроживлення;

– обмежена доступність запасних частин і світлових приладів.

Для ламп розжарювання суттєвими чинниками, що можуть впливати на ресурс, є температурні навантаження нитки розжарювання, механічні коливання та режими ввімкнення. Однак визначення основної причини передчасного виходу ламп із ладу потребує аналізу конкретних відмов, результатів технічного діагностування та статистики експлуатації.

Електричні кола живлення фар необхідно оцінювати з урахуванням номінальної напруги, потужності споживачів, робочих і перехідних струмів, перерізу проводів, допустимого нагрівання контактів та характеристик апаратів захисту. Зокрема, значення струму понад 30–40 А може бути використане в розрахунках лише за наявності підтверджених вихідних параметрів і визначеного режиму роботи відповідного електричного кола.

Окремим експлуатаційним обмеженням є забезпечення системи запасними частинами. Якщо постачання спеціалізованих авіаційних ламп та інших компонентів ускладнене, збільшуються строки відновлення працездатності обладнання та потреба в ефективному плануванні технічного обслуговування. Водночас твердження про відсутність вітчизняного

виробництва конкретних виробів має підтверджуватися актуальними даними щодо їх виробництва та постачання.

Відновлення працездатності електричних кіл системи ЗСТО має забезпечувати електричну провідність, необхідний рівень ізоляції, механічну міцність з'єднань і стійкість до передбачених умов експлуатації. Вибір технології ремонту залежить від типу проводу, матеріалу струмопровідних жил, конструкції з'єднання, робочої температури та вимог ремонтної документації.

Використання скруток або ізоляційної стрічки саме по собі не може вважатися належною технологією відновлення авіаційної проводки без передбаченого документацією способу з'єднання та контролю якості. Так само застосування термозбіжних гільз із припоєм допускається лише за умови, що конкретний тип з'єднувача, матеріали й технологія його монтажу дозволені для відповідного електричного кола.

Заявлений ступінь захисту IP67 характеризує стійкість відповідного виробу або зібраного вузла до проникнення пилу та води за визначених умов випробування. Він не підтверджує автоматично придатність з'єднання до використання на повітряному судні та не замінює перевірки його електричних, механічних і температурних характеристик.

Таким чином, підвищення надійності системи зовнішнього світлотехнічного обладнання літака МіГ-29 потребує комплексного підходу, що передбачає своєчасне діагностування несправностей, контроль стану світлових приладів і електричних кіл, перевірку параметрів електроживлення, належне забезпечення запасними частинами та застосування дозволених технологій відновлення працездатності.

Результати такого аналізу можуть бути використані для визначення найбільш уразливих елементів системи, уточнення причин відмов і обґрунтування заходів щодо підвищення експлуатаційної надійності ЗСТО.

Список використаних джерел:

1. Самолет 9-13. Руководство по технической эксплуатации. Книга 5. Электрооборудование.

2. Основи організації експлуатації і ремонту озброєння та військової техніки / за ред. Мацько О.Й. Київ : НУОУ, 2018. 400 с.

3. Авиационное оборудование / под ред. Ю. М. Иншакова. Москва : Воениздат, 1985. 296 с.

4. Технічна експлуатація літальних апаратів та авіаційного обладнання / О. В. Шишкін, В. М. Павлов. Харків : ХНУПС, 2020. 215 с.

5. Источники и системы электроснабжения летательных аппаратов / В. И. Васільєв, П. Д. Гончаров. Київ : Вища школа, 2012. 344 с.

Сінько Дмитро Петрович *– курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: sinkodmitro@gmail.com.*

Чабанюк Артем Іванович *– курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61009, e-mail: artemijsmirennyj@gmail.com.*

Василенко Роман Вікторович – старший викладач кафедри «авіаційного обладнання літаків та вертольотів» *Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61009, e-mail:spike75.rv@gmail.com*

Sinko Dmytro Petrovich – *cadet from the Faculty of Aviation Engineering of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St., building 77/79, ind. 61023, e-mail: sinkodmitro@gmail.com.*

Chabanuik Artem Ivanovich *– cadet from the Faculty of Aviation Engineering of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St. 77/79, Ind 61009, e-mail: artemijsmirennyj@gmail.com.*

Vasilenco Roman Victorovich – *Senior Lecturer of the Department of Aircraft and Helicopter Aviation Equipment Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St. 77/79, Ind 61009, e-mail: spike75.rv@gmail.com*